

全国高职高专医学规划教材

(护理类、临床医学类、药学类、医学技术类、卫生管理类各专专业用)



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

生理学

(第二版)

主编 周森林



高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高职高专医学规划教材

《生理学》

(第二版)

(护理类、临床医学类、药学类、医学
技术类、卫生管理类各专业用)

主 编 周森林

副主编 李建东

古天明

刘 健

编 者 (按姓氏笔画排序)

王 欣 荆楚理工学院医学院

邓华菲 湘南学院

古天明 成都大学医护学院

叶绍贵 遵义医药高等专科学校

冯闰荷 天津医学高等专科学校

向福云 武汉大学医学院职业技术学院

刘 健 山东医学高等专科学校

刘宝裕 上海医药高等专科学校

李建东 河北北方学院医学院

吴惠文 山西医科大学汾阳学院

陈宝琅 菏泽医学专科学校

周森林 武汉大学医学院职业技术学院



高等教育出版社

内容提要

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,全书共分13章,包括绪论、细胞的基本功能、血液、血液循环、呼吸、消化和吸收、能量代谢和体温、肾的排泄、感觉器官的功能、神经系统、内分泌、生殖以及人体几个重要阶段的生理特征。

每章内容由三大部分组成:学习要点、具体内容和思考题。

教材重新修订和编写力求做到适应社会经济发展和人群健康需求变化,适应科学技术发展,适应医学模式的发展,适应医学教育改革发展。

全书贯穿生物、心理、社会医学模式的观念进行编写,图文并茂,图表直观。

本书主要供高职高专护理专业和其他专业学生使用,也可作为广大临床医护工作者学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

生理学/周森林主编.—2版.—北京:高等教育出版社,
2007.12 ISBN 978-7-04-022861-8

I. 生… II. 周… III. 人体生理学—高等学校—教材
IV. R33

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第163569号

策划编辑 刘惠军 责任编辑 孙葵葵 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 王艳红 责任校对 胡晓琪 责任印制 张泽业

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 中国农业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 19
字 数 460 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2003年11月第1版
2007年12月第2版
印 次 2007年12月第1次印刷
定 价 29.60元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 22861-00

前 言

2006年7月,高等教育出版社在北京组织召开了普通高等教育“十一五”国家级规划教材的主编会议,会议强调教材的编写应根据教育部、卫生部关于医学人才的培养目标,力求做到科学性、先进性、启发性、创造性和适用性相结合。根据这次会议精神和要求,我们于2006年12月底在湖北省武汉市召开了供高职高专护理专业使用的《生理学》第二版教材的修订和编写会议,会议讨论了《生理学》第二版修订、编写的指导思想和原则,确定了本教材的编写特色,教材重新修订、编写在继续保留2003年12月第一版教材风格和优点的基础上,力求做到“四个适应”:①适应社会经济发展和人群健康需求变化,护理对象要从“患者”扩大到健康人;②适应科学技术的发展,教材内容要体现“新”;③适应医学模式的发展,教材内容的选择和构建要从传统的“生物医学模式”转变为“生物-心理-社会医学模式”,要“以人的健康为中心,以护理为主线”;④适应医学教育改革,教材应以学生为主体,注重学生能力的培养,把教材编写成方便学生学习的材料。

全书共分13章,包括绪论、细胞的基本功能、血液、血液循环、呼吸、消化和吸收、能量代谢和体温、肾的排泄、感觉器官的功能、神经系统、内分泌、生殖以及人体几个重要阶段的生理特征等。

每章内容由三大部分组成:学习要点、具体内容、思考题。

编写过程中编者们结合自己的教学经验以及参考国内外著名的生理学教材和文献,精选内容,力求在形式上有所创新,在内容上体现特色。本书介绍生理学的基本理论、基本知识、基本技能以“必须、够用”为度,同时注意新知识、新观念的引入。因此,本书内容有助于学生对基本理论、基本知识、基本技能的学习和培养。全书图文并茂,图表直观。内容贯穿生物、心理、社会医学模式的观念,尤其在各器官、系统生命活动调节中,介绍心理、社会因素对人体的影响,这些有利于学生对生理学重点、难点知识的学习与掌握。

由于医学专业基础学科的相通性,本书既是高职高专护理专业的教材,又可供医学高职高专其他专业学生学习,也能作为广大临床医护工作者学习参考用书。

周森林

2007年7月于武昌

目 录

第一章 绪论	1	七、平滑肌细胞的结构和功能特点	30
第一节 概述	1	第三章 血液	32
一、生理学的研究对象和任务	1	第一节 概述	32
二、生理学研究的三个水平	1	一、血液的组成	32
第二节 生命活动的基本特征	2	二、血浆的化学成分及其作用	33
一、新陈代谢	2	三、血液的理化特性	34
二、兴奋性	2	第二节 血细胞	36
三、适应性	4	一、红细胞	36
四、生殖	5	二、白细胞	38
第三节 人体生理功能的调节	5	三、血小板	40
一、人体功能的调节方式	5	第三节 血液凝固与纤维蛋白溶解	41
二、人体功能调节的自动控制原理	7	一、血液凝固	41
第二章 细胞的基本功能	9	二、抗凝和促凝	43
第一节 细胞膜的基本结构和物质转运功能	9	三、纤维蛋白溶解与抗纤溶	44
一、细胞膜的基本结构	9	第四节 血量、血型与输血	46
二、细胞膜的物质转运功能	10	一、血量	46
第二节 细胞的跨膜信号传递功能	14	二、血型	46
一、由通道蛋白质完成的跨膜信号传递	14	三、输血原则	49
二、由受体完成的跨膜信号传递	16	四、输血的几种类型	50
第三节 细胞的生物电现象	17	第四章 血液循环	51
一、静息电位	17	第一节 心脏的生物电活动	51
二、动作电位	19	一、心肌细胞的跨膜电位及形成机制	52
三、兴奋的引起和传导	20	二、心肌的电生理特性	55
第四节 肌细胞的收缩功能	23	三、体表心电图	60
一、神经肌肉接头处的兴奋传递	23	第二节 心脏的泵血功能	62
二、骨骼肌的结构特征	25	一、心肌收缩的特点	63
三、肌丝滑行的基本过程	27	二、心动周期	63
四、骨骼肌的兴奋-收缩耦联	27	三、心脏的泵血过程和机制	64
五、骨骼肌的收缩形式	28	四、心脏泵血功能的评价	67
六、影响骨骼肌收缩的主要因素	29	五、心脏泵血功能的储备	68
		六、影响心输出量的因素	68

第三节 血管功能	71
一、各类血管的功能特点	71
二、血流量、血流阻力和血压	72
三、动脉血压与动脉脉搏	74
四、静脉血压和静脉血流	77
五、微循环及其组成	79
六、组织液与淋巴液的生成和回流	81
第四节 心血管活动的调节	83
一、神经调节	83
二、体液调节	89
三、局部血流调节	92
四、动脉血压的短期调节和长期调节	92
五、社会心理因素对心血管活动的影响	93
第五节 器官循环	94
一、冠脉循环	94
二、肺循环	96
三、脑循环	97
第五章 呼吸	100
第一节 肺通气	101
一、肺通气原理	101
二、肺通气功能的评定	106
第二节 呼吸气体的交换	108
一、气体交换的原理	108
二、肺换气	109
三、组织换气	110
第三节 气体在血液中的运输	111
一、氧的运输	111
二、二氧化碳的运输	113
第四节 呼吸运动的调节	114
一、呼吸中枢与呼吸节律的形成	115
二、呼吸的反射性调节	116
第六章 消化和吸收	120
第一节 概述	120
一、消化道平滑肌的特性	120
二、消化腺的分泌和消化液的功能	121
三、消化道的神经支配及作用	122
四、消化道的内分泌功能	123

五、社会、心理因素对消化功能的影响	124
第二节 口腔内消化	125
一、唾液及其作用	125
二、咀嚼、吞咽和蠕动	126
第三节 胃内消化	127
一、胃液及其作用	127
二、胃的运动	131
第四节 小肠内消化	133
一、胰液及其作用	133
二、胆汁及其作用	134
三、小肠液及其性质、成分和作用	135
四、小肠的运动	135
第五节 大肠的功能	137
一、大肠液及其作用	137
二、大肠内细菌的活动	137
三、大肠的运动与排便	137
第六节 吸收	139
一、吸收过程概述	139
二、小肠内主要营养物质的吸收	140
第七章 能量代谢和体温	144
第一节 能量代谢	144
一、机体能量的来源与去路	144
二、能量代谢的测定	145
三、影响能量代谢的因素	148
四、基础代谢	150
第二节 体温及其调节	150
一、体温正常值和生理变异	151
二、人体的产热和散热	151
三、体温调节	154
第八章 肾的排泄	157
第一节 肾的结构和血液循环特点	157
一、肾的结构特点	157
二、肾的血液循环特点	159
第二节 肾的泌尿过程	160
一、肾小球的滤过	161
二、肾小管和集合管的重吸收	164

三、肾小管和集合管的分泌作用	169	二、突触和突触传递	208
第三节 尿液的浓缩和稀释作用	171	三、突触传递过程中产生的兴奋和抑制	212
一、尿液的浓缩和稀释	171	四、神经递质	214
二、髓质高渗梯度的形成和保持	172	五、反射活动的一般规律	215
三、影响尿浓缩和稀释的因素	174	第二节 神经系统的感觉功能	217
第四节 肾泌尿功能的调节	174	一、脊髓的感觉传导功能	217
一、肾内自身调节	174	二、丘脑的感觉功能及其感觉投射系统	218
二、神经调节	175	三、大脑皮质的感觉分析功能	219
三、体液调节	175	四、痛觉	221
第五节 血浆清除率	178	第三节 神经系统对躯体运动的调节	223
一、血浆清除率的概念和计算方法	178	一、脊髓对躯体运动的调节	223
二、测定血浆清除率的意义	178	二、脑干对肌紧张的调节	226
第六节 尿液及其排放	179	三、小脑对躯体运动的调节	227
一、尿液	179	四、基底神经节对躯体运动的调节	228
二、尿的输送、贮存与排放	180	五、大脑皮质对躯体运动的调节	229
第九章 感觉器官的功能	183	第四节 神经系统对内脏活动的调节	231
第一节 概述	183	一、自主神经系统的结构特征	231
一、感受器和感觉器官	183	二、自主神经系统的递质与受体	232
二、感受器的一般生理特性	184	三、自主神经系统的功能及特征	234
第二节 视觉器官	185	四、各级中枢对内脏活动的调节	236
一、眼屈光系统的功能	185	五、情绪对内脏活动的影响	237
二、眼感光系统的功能	189	第五节 脑的高级功能和脑电图	238
三、几种视觉生理现象	194	一、条件反射与学习	238
第三节 听觉器官	196	二、大脑皮质的语言功能	241
一、外耳和中耳的传音功能	196	三、脑电图和脑的诱发电位	242
二、内耳的感音功能	199	四、觉醒与睡眠	243
第四节 前庭器官	201	第十一章 内分泌	246
一、前庭器官的感受细胞	202	第一节 激素的概述	246
二、椭圆囊和球囊的功能	202	一、激素的信息传递方式	246
三、半规管的功能	203	二、激素的生理作用和特征	246
四、前庭反应	203	三、激素的分类及作用机制	248
第五节 其他感觉器官	204	四、激素分泌的调节	250
一、嗅觉	204	第二节 下丘脑与垂体	251
二、味觉	205	一、下丘脑与垂体的功能联系	251
第十章 神经系统	206	二、腺垂体	252
第一节 神经元和突触	206		
一、神经元和神经纤维	206		

三、神经垂体	255
第三节 甲状腺	255
一、甲状腺激素的合成、贮存、释放和运输	256
二、甲状腺激素的生理作用	257
三、甲状腺功能的调节	259
第四节 肾上腺	260
一、肾上腺皮质激素	260
二、肾上腺髓质激素	263
第五节 胰岛	264
一、胰岛素	264
二、胰高血糖素	265
第六节 甲状旁腺和甲状腺 C 细胞	266
一、甲状旁腺激素	266
二、降钙素	267
三、1,25-二羟维生素 D ₃	267
第七节 其他内分泌腺	268
一、松果体	268
二、胸腺	269
三、前列腺	269
第十二章 生殖	271
第一节 男性生殖	271
一、睾丸的功能	271
二、睾丸功能的调节	273
三、男性附性器官的功能	274
第二节 女性生殖	274

一、卵巢的功能	274
二、卵巢功能的调控	276
三、月经周期	278
四、妊娠	279
五、分娩与哺乳	282
第十三章 人体几个重要阶段的生理特征	283
第一节 青春期	283
一、男性青春期	283
二、女性青春期	284
三、青春期体格形态的变化	285
四、青春期的心理特征	285
五、青春期性成熟的调节	286
六、青春期异常	286
第二节 更年期	286
一、男性更年期	287
二、女性更年期	287
第三节 老年期	289
一、老年期的生理特点	289
二、老年期的心理特点	291
第四节 衰老与死亡	291
一、衰老的相关学说	292
二、死亡	293
主要参考文献	295

第一章 绪 论

学习重点:掌握生理学的基本观点和兴奋、兴奋性、反应、反射、机体内环境及内环境稳态、神经调节、体液调节、自身调节、反馈调节、负反馈、正反馈、前馈等主要概念。熟悉生命活动过程中机体与环境之间的联系,以及对互统一的规律。了解人体生理学与临床医学、护理学之间的关系。

第一节 概 述

一、生理学的研究对象和任务

生理学(physiology)是生物科学的一个分支,是研究生物体生命活动规律的科学,也就是以生物机体的生命活动现象和机体各个组成部分的功能为研究对象的一门科学。根据研究对象的不同,生理学可分为植物生理学、动物生理学、人体生理学。人体生理学就是要研究构成人体各个系统的器官和细胞的正常活动过程,特别是各个器官、细胞功能的内部机制,不同细胞、器官、系统之间的相互联系和相互作用,从而使人们认识人体作为一个整体,其各部分的功能活动如何互相协调、互相制约,在复杂变化的环境中维持正常的生命活动过程。

生理学是一门实验性科学,生理学知识来源于实践,也就是说生理学知识主要是通过实验研究获得的。以科学实验研究为特征的近代生理学是从17世纪开始的,在此之前,我国和其他国家都有一些经典医学著作对人体器官的生理功能进行描述,但这些描述仅是通过尸体解剖和动物活体解剖对身体器官功能的一些推测。直到17世纪初,英国医生威廉·哈维(William Harvey, 1578—1657)用动物活体实验的方法,第一次科学地阐明了血液循环的途径和规律,证明心脏是循环系统的中心,血液由心脏射入动脉,再由静脉回流至心脏,不断循环。并于1628年正式出版了《心与血的运动》一书,这是历史上第一本基于实验证据的生理学著作,它揭开了科学研究生命活动的序幕。因此,威廉·哈维被公认为近代生理学的奠基人。几百年来,生理学随着其他自然科学技术的发展而不断进步,并互相促进,尤其是当今新技术的应用,促进了现代生理学研究实验技术、手段、方法的改进和提高,人类揭示生命活动的规律更客观和日益深入,研究的手段更先进,方法更科学,生理学知识和理论得到不断的更新和发展。

二、生理学研究的三个水平

人体是由各种器官和系统组成,各种器官和系统又由不同的组织和细胞组成。由于人体的结构与功能极为复杂,在研究生命活动变化规律,探讨人体生理作用发生机制以及环境条件对机体功能的影响时,需要从各个不同的角度提出问题进行研究。根据研究的层次不同,生理学的研

究可分为三个水平:即细胞和分子水平的研究;器官和系统水平的研究;整体水平的研究。各器官的功能都是由构成该器官的各种细胞特性决定的,而细胞生理特性又是由构成细胞的分子特别是生物大分子的物理和化学特性决定的。在整体情况下,体内各器官、系统之间相互联系和相互影响,各种功能相互协调使机体成为一个完整的整体,在变化的环境中维持正常生命活动。上述三个水平的研究,它们之间不是孤立的,而是互相联系,互相补充。因此学习生理学时,要用发展的、联系的、对立统一的观点来认识生命活动规律。

生理学是一门重要医学基础课程,它与基础医学其他各科有着紧密的联系,是临床医学和护理学的基础。只有在了解正常人体各组成部分生理功能的基础上,才能理解在疾病情况下身体某个或某些部分发生的变化,器官在疾病时发生的功能变化以及功能变化与形态变化之间的关系,某个器官的疾病如何影响到其他器官甚至整个机体等。人们在长期与疾病作斗争的过程中积累起来的生理学知识,指导着临床医疗、护理实践,同样,在临床医疗、护理实践过程中又不断地对生理学研究提出新的课题,从而不断丰富和发展生理学知识。

第二节 生命活动的基本特征

从单细胞生物体到各种多细胞低等或高等动物,尽管他们生命活动的现象各异,功能千差万别,但通过研究发现生命现象至少表现有四种基本形式:即新陈代谢、兴奋性、适应性和生殖,它们是一切生物体包括人体生命活动的基本特征。

一、新陈代谢

新陈代谢(metabolism)就是指生物体与外界环境之间的物质交换和能量交换,以及生物体内部的物质变化和能量转变的过程。概括地说就是生物体的新老交替,不断自我更新。新陈代谢包括同化作用和异化作用两个方面。机体从外界环境中摄取营养物质,合成自身物质,同时伴随着能量的贮存称为同化作用;另一方面机体不断地分解自身物质,释放出能量供给机体生命活动的需要,并将代谢产物排出体外称为异化作用。在新陈代谢的过程中伴随着物质的合成与分解,在物质代谢的过程中伴随着能量的贮存、转移、释放和利用。因此,在新陈代谢过程中物质代谢与能量代谢不可分割地联系在一起。机体表现出生长、发育、运动、分泌、生殖等生命活动都建立在新陈代谢的基础之上。新陈代谢一旦停止,生命也就立即终止。

二、兴奋性

生物体具有对刺激发生反应的能力或特性称为兴奋性(excitability)。它使生物体对环境条件的变化发生相应的反应,是生物体生存的必要条件。和新陈代谢一样,兴奋性是机体生命活动的基本特征之一。

(一) 刺激与反应

人体生活在千变万化的环境中,变化的环境条件对人体产生作用,影响人体的功能活动。生理学上,把能引起机体发生反应的内外环境变化称为刺激(stimulus)。按照刺激的性质不同,可以将刺激分为:①物理刺激:如声、光、电、机械、温度等。②化学刺激:酸、碱、盐各种化学物质等。③生物刺激:细菌、病毒等病原微生物。④社会心理性刺激:如情绪波动、战争、灾害以及

社会变革等。在刺激的作用下,人体发生内部和外部功能活动的改变称为反应(reaction)。任何组织或细胞对刺激发生反应有两种不同的形式:一种为由相对静止变为活动状态,或活动状态的加强,称为兴奋(excitation)。另一种是由活动变为相对静止状态,或活动状态的减弱称为抑制(inhibition)。机体受到刺激后发生的反应无论是兴奋或抑制都是功能活动状态发生改变的形式,如:正常人体运动时心搏加快,运动停止后心搏逐渐减慢到恢复正常。

刺激引起机体发生反应,除了机体必须具有兴奋性之外还应具备三个条件:①刺激强度;②刺激时间;③刺激强度-时间变化率。这三个条件中各要素大小,长短组合不同,可以产生各种各样的刺激。这些要素并不是一个固定值,它们可以相互影响。在生理学实验研究中,通常用电刺激作为人工刺激,这是因为用各种电子刺激仪器来进行电刺激时,它们的强度、时间和强度-时间变化率容易控制和改变。在一般情况下,能够引起组织兴奋的电刺激既不造成组织损伤,又可重复使用。如果刺激的作用时间和强度变化率固定不变,从小到大逐步加大刺激强度,而能引起组织或细胞发生反应的最小刺激强度称为阈强度,又称为阈值(threshold)。因此,刺激又根据刺激强度的不同可以分为:阈刺激(threshold stimulus)、阈下刺激、阈上刺激。刺激强度等于阈值的刺激称为阈刺激。同理,刺激强度小于阈值的刺激称为阈下刺激,刺激强度大于阈值的刺激称为阈上刺激。不同的组织细胞或同一组织细胞在不同的状态下其阈值会不相同,所以阈值是衡量组织或细胞兴奋性高低的重要指标。阈值的大小与组织兴奋性的高低呈反变关系,即阈值愈小,组织兴奋性愈高,对刺激反应愈灵敏;反之,阈值愈大,组织兴奋性愈低,对刺激的反应愈迟钝。

当强度-时间变化率固定不变时,引起组织兴奋所需的最小刺激强度和刺激持续时间在一定范围内互呈反变关系。当延长刺激时间时,可降低刺激强度。但是刺激持续时间超过一定限度时,时间因素就不再影响刺激强度,那么无论刺激持续多长时间,也必须有一个最小的基本强度(基强度)才能引起组织兴奋。反之,如果增加刺激强度,则可缩短刺激持续时间,但刺激强度无论多大,也必须有一个最短的基本作用时间(时值),否则,即使再大的刺激强度,也不能引起组织兴奋(图1-1)。

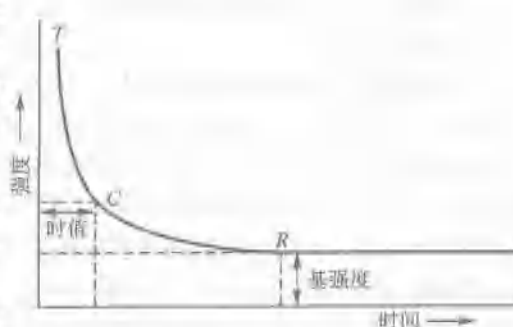


图1-1 可兴奋组织的强度-时间曲线

因此,在临床实践中,常采用100~300 000 MHz的高频电流进行电疗,由于频率太高,每次刺激的持续时间太短,尽管强度很大,却不能引起组织反应,而只能产生热效应,起到温热治疗的作用。

(二) 可兴奋组织及其兴奋性的变化

各种组织或细胞兴奋性高低不同,兴奋后其功能活动的外部表现也不相同。一般神经和肌细胞以及某些腺细胞表现出较高的兴奋性,这就是说它们只需接受较小强度的刺激,就能表现出某种形式的反应。因此,习惯上称它们为可兴奋细胞或可兴奋组织。如肌细胞表现出机械收缩,腺细胞表现出分泌活动,神经细胞在受刺激兴奋时虽无肉眼可见的外部反应,但可记录出动作电位(action potential)的产生,而且动作电位是大多数可兴奋细胞受刺激时共有的特征性表现,是细胞表现其功能活动的前提或触发因素。因此兴奋性又可理解为细胞在受刺激时产生动作电

位的能力,动作电位的产生才是兴奋。

可兴奋组织或细胞受到一次刺激后,在兴奋及其后的短时间内,其兴奋性将经历一系列有规律的变化,其变化顺序为(图1-2):

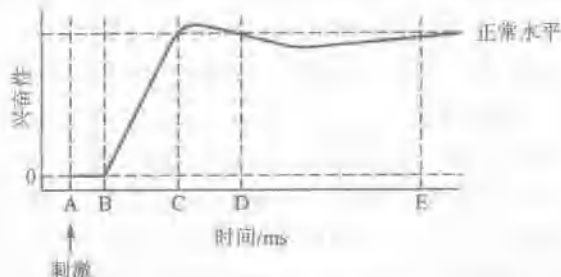


图1-2 组织兴奋及其恢复过程中兴奋性的变化

A—B:绝对不应期 B—C:相对不应期 C—D:超常期 D—E:低常期

1. 绝对不应期(absolute refractory period) 此期兴奋性降低到零,任何强大的刺激都不会引起细胞再次兴奋。

2. 相对不应期(relative refractory period) 此期兴奋性逐渐恢复,但仍低于正常,刺激强度必须大于阈值则有可能引起细胞兴奋。

3. 超常期(supranormal period) 此期兴奋性略高于正常,给予一定强度的阈下刺激也有可能引起细胞再次兴奋。

4. 低常期(subnormal period) 即兴奋性低于正常,这段时间内要使组织兴奋,刺激强度又必须大于阈值。此后,细胞的兴奋性恢复到原来静息时的正常水平。组织兴奋时,以上各期持续的时间随不同组织细胞而异,所经历的时间也很短,这种兴奋性的变化规律在可兴奋细胞中普遍存在。如:神经纤维和骨骼肌细胞的绝对不应期为0.5~2.0 ms,而心肌细胞的绝对不应期可长达200 ms左右。其他各期时程也因组织不同而存有差异,但是同一细胞随着它们功能状态不同其兴奋性也有很大的差异。绝对不应期的时程正常情况下与动作电位锋电位时程相当。绝对不应期的长短决定了组织、细胞两次兴奋的最短时间间隔。也就是说组织细胞在兴奋的绝对不应期内无论给予多大强度的刺激,该组织或细胞都不可能在该期内产生动作电位的融合。

三、适应性

动物或人体所处的环境包括大气、气压、温度、湿度等,无时不在发生着变化。在环境的影响下,机体在长期的进化过程中逐渐形成一种特殊的、适合自身生存的反应方式。机体按环境条件的变化调整自身生理功能的过程称为适应(adaption)。机体根据外环境变化而调整体内各种活动,以适应变化的能力称为适应性(adaptability)。适应分为生理性适应和行为性适应两种。

如长期居住在高原地区的人,其红细胞数和血红蛋白含量远远超过居住在平原地区的人,这样就增加了血液运氧的能力,以适应高原缺氧的生存需要;又如在强光照射下,瞳孔缩小以减少光线的进入眼内,使视网膜免遭损伤,这些属生理性适应。

寒冷时人们通过添衣和取暖活动来抵御严寒;动物的趋热活动,这些属行为性适应。

四、生殖

生殖(reproduction)是指生物体生长、发育成熟后,能够产生与自己相似的新个体,以延续种系的生命过程。单细胞生物是通过一个亲代细胞分裂为两个子代细胞来完成生殖过程。高等动物或人是通过雄性、雌性的生殖细胞结合,以生成子代个体。虽然生殖功能对于机体内环境稳态和机体生存的维持并非绝对需要,但一切生物个体的生命是有限的,只有通过生殖过程进行自我复制和繁殖,才能达到种系的延续。因此,生殖也是生物体区别于非生物体的生命活动基本特征之一。人类的生殖活动较复杂,随着科学进步,现已不仅是一个生物学问题,它涉及社会科学诸多方面。

第三节 人体生理功能的调节

人体的绝大多数细胞不与外界环境直接接触而是生存于细胞外液中,细胞新陈代谢所需的营养物质是由细胞外液提供,细胞的代谢产物排入细胞外液中,细胞外液再与外环境进行物质交换。因此,细胞外液被称为机体的**内环境(internal environment)**。人体生存在不断变化着的外环境中,内环境中各种理化因素会受到外环境变化以及细胞本身代谢因素影响而发生改变,在高等动物中内环境各种理化因素的稳定是生命生存的必要条件。内环境理化性质在不断变化中保持相对稳定,称为**内环境的稳态(homeostasis)**。人体之所以能在复杂多变的外环境中,通过体内器官组织的功能活动发生相应改变,机体能适应各种外界环境的变化,使被扰乱的内环境重新得到恢复,维持稳态,是因为人体具有完善的调节机制。

一、人体功能的调节方式

(一) 神经调节

通过神经系统的活动对机体功能进行

的调节称为**神经调节(nervous regulation)**,它是人体的主要调节方式。神经调节的基本方式是**反射(reflex)**。反射是指在中枢神经系统的参与下机体对内、外环境的变化所作出的规律性反应。反射发生的结构基础是**反射弧(reflex arc)**,它由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器五个部分组成(图1-3)。

感受器能接受内、外环境的刺激,并将刺激转换成神经信息(即神经冲动),经传入神经传向中枢。神经中枢对传入信号处理后发出指令,经传出神经传至效应器,改变它的活动,使其发生与环境变化相适应的反应。反射的完成,有赖于反射弧的结构与功能的正常,其中任何一个部分结构被破坏或功能障碍,反射就不能完成。例如:当动脉血压因某种原因突然升高时,位于主动脉弓和颈动脉窦的压力感受器可感受血压的变化,并将这种信息以神经冲动的形式传到中枢神经系统,中枢对传入信息进行分析后,即发出指令通过传出神经改变心脏和血管的活动,使血压回降到原来的水平。这一调节机制就是压力感受性反射,在维持动脉血压的稳态中起重要作用(详见第四章)。神经调节的特点是:反应迅速、准确、作用局限而短暂,是人体内起主导作用的调节方式。

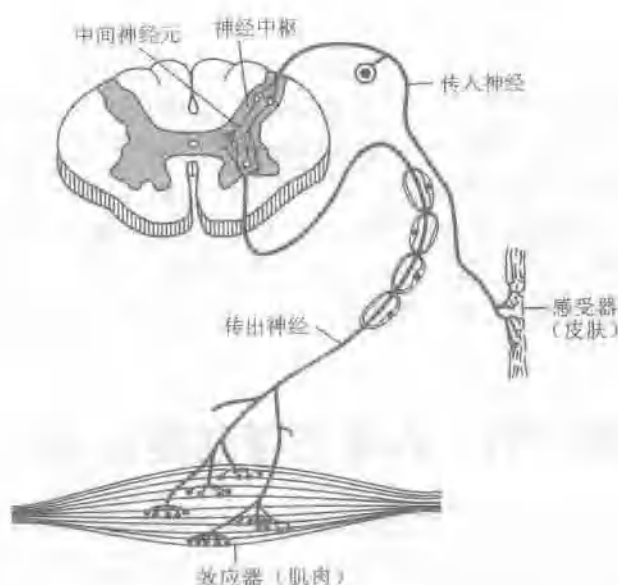


图 1-3 反射弧示意图

(二) 体液调节

体液调节 (humoral regulation) 是指机体的某些细胞产生并分泌某些特殊的化学物质, 通过体液运输被送到全身各处, 对机体器官或组织细胞的功能活动进行调节。体内有多种内分泌腺细胞, 能分泌各种激素 (hormone), 由血液运输至全身调节细胞的活动。例如: 胰岛 B 细胞分泌的胰岛素经血液输送至全身, 促进组织细胞对葡萄糖的摄取和利用, 以维持人体血糖浓度的相对稳定, 这种调节称为全身性体液调节。某些组织细胞产生一些化学物质可不经血液运输, 而是经组织液的扩散作用于邻近细胞, 调节这些细胞的活动, 这种调节称为局部性体液调节。体液调节的特点是: 反应速度较慢, 作用广泛而持久, 对调节机体新陈代谢等生理过程有重要意义。

神经调节与体液调节是密切联系, 相辅相成的, 一般情况下神经调节处于主导地位。另外, 人体内有不少内分泌腺或内分泌细胞还直接或间接地受神经系统的调节, 体液调节有时是反射传出通路的延伸, 形成神经调节传出环节的一个组成部分, 这种调节称为神经-体液调节 (图 1-4)。

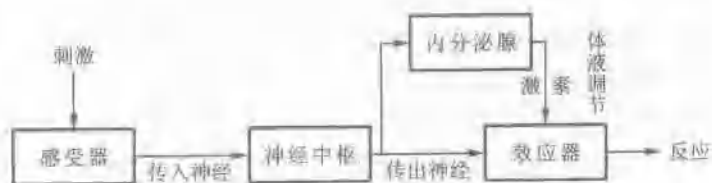


图 1-4 神经-体液调节示意图

(三) 自身调节

自身调节 (autoregulation) 是指内、外环境改变时,器官、组织、细胞不依赖于神经或体液调节自身对刺激产生的一种适应性的反应。例如:当小动脉的灌注压力升高时,对血管壁的牵张刺激增加,小动脉的血管平滑肌就收缩,使小动脉的口径缩小,以至于当小动脉灌注压升高时其血流量不至于增大。这种自身调节对于维持组织和器官局部血流量的相对恒定起一定作用。自身调节的特点是:调节范围局限、调节幅度小、灵敏度低,但对于生理功能的调节仍有一定的意义。

二、人体功能调节的自动控制原理

人们通常用工程技术中控制论的原理和方法来分析和认识人体各种功能的调节。人体功能调节的控制方式主要有两种:一种是开环式的非自动控制系统,另一种是闭环式的自动控制系统。

开环式非自动控制系统,即系统内受控制部分的活动不会反过来影响控制部分的活动,控制方式是单向的,仅由控制部分对受控部分发出活动指令,在人体功能的调节中非常少见。

闭环式自动控制系统又称反馈控制系统,是人体功能调节控制中最普遍的方式(图1-5),即由控制部分发出信号指示受控部分活动,受控部分则发出反馈信号返回到控制部分,使控制部分根据反馈信号来改变自己的活动,从而对受控部分的活动进行调节。在这样的控制系统中,控制部分和受控部分之间形成一个闭环联系,它既有中枢传向效应器的指令,又有效应器传回中枢的反馈信息。这样往返于控制部分(中枢)与受控部分(效应器)之间的信息往来,相互作用,使人体功能调节更准确、更完善,达到最佳效果。

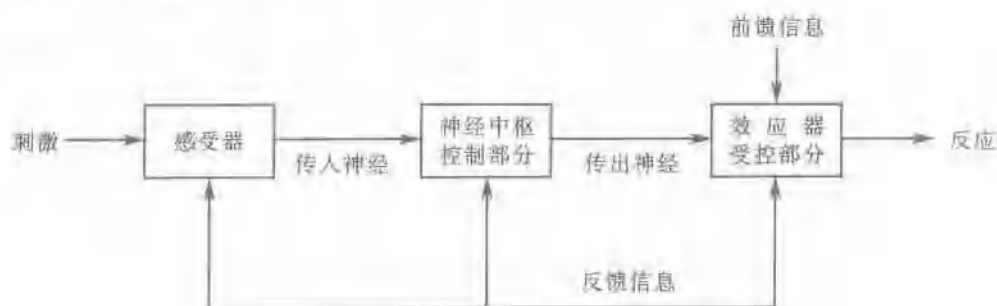


图1-5 人体功能调节的自动控制示意图

在反馈控制系统中,反馈信号对控制部分的活动有两种不同影响。一种是反馈信号能减低控制部分的活动称为**负反馈 (negative feedback)**,另一种是反馈信号能加强控制部分活动,称为**正反馈 (positive feedback)**。正常的人体内,大多数情况下是通过负反馈控制系统的作用维持生理功能的相对稳定,如:动脉压力感受性反射就是负反馈控制的典型例子。当动脉血压高于正常时,动脉压力感受器受到的刺激增强,通过传入神经冲动增多反馈到心血管中枢,使心血管中枢的功能活动发生改变,从而调节心脏、血管的活动,使动脉血压向正常水平恢复;当动脉血压由于某种原因降低时,动脉压力感受器传入中枢的神经冲动减少,心血管中枢的功能活动随之发生改变,继而改变心脏、血管的活动,使血压能保持相对稳定。与负反馈相反,正反馈不可能维持系

统的稳态或平衡,而是使生理过程加快、加强,直到全部过程完成为止。正反馈控制系统在人体内很少,见于:血液凝固过程、排尿反射、分娩过程、细胞膜钠通道激活与开放等。

在人体功能的调节控制中,除反馈控制外,还有前馈控制(**feed-forward control**),是指控制部分发出信号,指令受控制部分进行某一活动的同时,又通过另一快捷途径向受控部分发出前馈信号,及时地调控受控制部分的活动。有些条件反射被认为是一种前馈控制,如动物看到食物时引起唾液分泌。前馈控制可以使机体反应更具有预见性和超前性,功能活动更准确。

(周森林)

思考题

1. 名词解释:生理学、兴奋性、兴奋、抑制、阈值、内环境稳态、神经调节、反射、体液调节、负反馈。
2. 生命活动的基本表现形式有哪几种?
3. 人体在正常情况下通过哪些功能活动的调节方式来适应环境条件的变化?
4. 正反馈与负反馈的区别和生理意义。
5. 何谓可兴奋组织,它们是否无论在什么情况下都具有兴奋性?

第二章 细胞的基本功能

学习要点:掌握细胞膜的单纯扩散、易化扩散和主动转运等物质转运功能及特点;静息电位、动作电位、极化、超极化、去极化、锋电位、阈电位、阈下刺激与局部反应的概念;局部反应的特点;熟悉细胞膜的跨膜信号传递方式;动作电位的特点、静息电位和动作电位产生机制;兴奋在同一细胞上的传导机制及传导特点;神经肌肉接头处兴奋传递的过程及特点;骨骼肌兴奋-收缩耦联的概念;了解入胞和出胞作用;肌丝滑行的基本过程、骨骼肌的收缩形式及影响因素;平滑肌细胞的结构和功能特点。

细胞是人体的基本结构和功能单位。人体的所有生理功能都是在细胞功能的基础上进行的。只有了解细胞的结构和功能,才能对人体和组成人体的各系统、器官的生理功能及其发生机制有更深入的理解和认识。人体细胞的数量极多,其形态、结构和功能差异甚大,但绝大多数细胞在结构和功能上仍具有某些共同特点。本章重点讨论各种细胞所共有的基本功能,如细胞膜的物质转运功能、跨膜信号传递功能、细胞的生物电现象以及肌细胞的收缩功能等。

第一节 细胞膜的基本结构和物质转运功能

细胞的表面是一层具有特殊结构和功能的半透膜,称为细胞膜,它将细胞内容物与细胞的周围环境(主要是细胞外液)分隔开来,构成细胞的屏障,使细胞成为一个相对独立的结构和功能单位。细胞内外的物质交换、生物信号的传递等生理过程都必须经过细胞膜才得以实现。

一、细胞膜的基本结构

细胞膜主要由脂质、蛋白质和糖类等物质组成,其中以蛋白质和脂质为主,糖类只占少量。这几种物质分子在细胞膜中以怎样的形式排列和存在,是决定膜的基本生物学特性的重要因素。膜以液态的脂质双分子层为基架,其中镶嵌着具有不同生理功能的蛋白质(图2-1)。

(一) 脂质双分子层

细胞膜的脂质以磷脂为主,以双层形式整齐地排列。每个磷脂分子的一端由磷酸和碱基构成亲水性极性基团,因为膜的两侧均为水溶液,亲水性基团与水相吸引,它朝向膜的外表面和内表面。磷脂另一端由两条较长的脂肪酸链构成疏水性非极性基团,它们在膜的内部两两相对排列,这样的结构最稳定。另外,脂质的熔点较低,膜中的脂质在一般体温条件下是液态,从而使膜具有一定程度的流动性,因而使细胞可以承受较大的压力不致破裂,即使细胞膜发生一些较小的断裂,也易于自动融合和修复。由于细胞膜是以脂质双分子为基架,水溶性物质和离子一般不能自由通过。